

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005年8月4日 (04.08.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/071766 A1

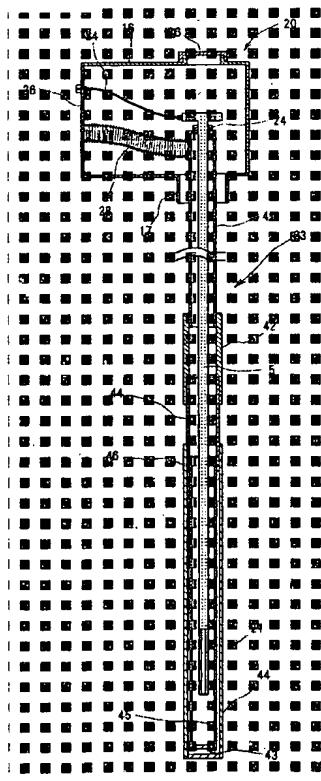
(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 39/04, G01R 33/035  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/000846  
(22) 国際出願日: 2005年1月24日 (24.01.2005)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2004-016486 2004年1月26日 (26.01.2004) JP  
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 白川直樹 (SHIRAKAWA, Naoki) [JP/JP]; 〒3058568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第2 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).  
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.  
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ヨーラシア (AM, AZ, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW).

(続葉有)

(54) Title: HELIUM-3 REFRIGERATING MACHINE-USING MAGNETIZATION MEASURING SYSTEM

(54) 発明の名称: ヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置



(57) **Abstract:** A helium-3 refrigerating machine-using magnetization measuring system capable of measuring magnetization of up to 0.3K by using a previously-proposed magnetization measuring system (MPMS) on the market, wherein, in order to permit a positive magnetization measurement even when magnetized up to an upper-limit magnetic field the MPMS can generate, a main pipe (23) comprises an upper support pipe (41) positioned at the upper-most portion and connected at the side thereof with a bellows (28), a condensation pipe (42) fixed and supported at the lower portion thereof, an outer-side pipe (44) fixed at the lower portion thereof, for forming the outer side-wall of an insulating vacuum chamber (43) formed below it, and a lower inner-side pipe (45) for forming the inner side-wall of the vacuum chamber (43). Among the above respective pipes, the lower inner-side pipe (45) is formed of titanium. This can reduce a background signal and ensure a positive measurement of up to the upper-limit magnetic field of this MPMS system. The upper support pipe (41) is formed of SUS, and the condensation pipe (42) and the lower outer-side pipe (44) are formed of heat-conducting copper.

(57) **要約:** 先に提案している市販の磁化測定装置 (MPMS) を利用して、0.3Kまでの磁化測定を可能とするヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置において、MPMSが発生することのできる上限磁場まで印加しても確実に磁化測定を可能とするため、主パイプ23を、最上部に位置しその側部にペローズ28が接続する上部支持管41と、この下部に固定支持される凝縮管42と、この下部に固定され、その下方に形成される断熱真空室43の外側壁を形成する外側管44と、前記断熱真空室43の内側壁を形成する下部内側管45とから構成する。上記各管において、下部内側管45をチタンにより成形する。それによりバックグラウンド信号を減らすことができ、このMPMS装置の上限磁場までの測定を確実に行うことができるようとする。また、上部支持管41はSUS、凝縮管42及び下部外側管44は熱伝導の良い銅により成形する。

WO 2005/071766 A1



BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドノート」を参照。

添付公開書類:  
— 國際調査報告書

## 明細書

## ヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置

## 技術分野

[0001] 本発明は、各種物質の極低温時の物性を研究するのに必要な磁化測定装置に関し、特に、従来からヘリウム4を用いて1.8K程度の極低温を発生させることができるMPMSを利用し、更にヘリウム3を用いるとともに、簡単な装置を附加するのみで0.3Kまでの極低温を発生させ、容易に所望の磁化測定を行うようにしたヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置において、確実に所望の低温を得ることができ、バックグラウンド信号を減らして正確な温度信号を得るようにしたヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置に関する。

## 背景技術

[0002] 磁性体・超伝導体などの物性を研究するのに、磁化測定は欠かすことのできない手段である。現在、この磁化測定については、米国QUANTUM DESIGN社のMPMS(Magnetic Property Measurement System)という機械が、事実上の標準測定装置として市場を独占している。この装置の特色は二つあり、超伝導量子干渉素子(SQUID)を用いたことにより高感度を実現したこと、測定が完全に自動化されており無人データが取れることである。

[0003] しかしながら、この装置の測定温度の下限は液体ヘリウム4の減圧による1.8Kにとどまっており、それより転移温度の低いRu系やRe系の超伝導酸化物、種々の重い電子系超伝導体、有機磁性体、分子磁性体などの研究には使用できなかった。

[0004] 特願2002-248325の発明(「ヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置」)において、液体ヘリウム3を利用した冷凍作用により、MPMSの試料室内に0.3Kまで冷却された空間を作り出し、0.3Kから1.8Kまでの温度における磁化測定を可能とする手段が示されている。

[0005] 即ち、図2は本発明者によって先に提案しているヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置の構造を模式的に示すと共に、磁化測定装置用制御装置のソフト構成を示した図である。同図におけるヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置の基本構成は、従来から

上記のようにMPMSと称して広く用いられている装置の主要構成部分を利用した磁化測定装置1を用いている。この装置においては、内部の液体ヘリウム容器2に上部の開口から、後述するようなヘリウム3冷凍装置20を装着可能とし、このヘリウム3冷凍装置20内に、従来からMPMSに用いられているものと同様に試料ロッド5を装着することができるようしている。

- [0006] この磁化測定装置1における測定装置としての基本機能は、試料ロッド5に固定した磁性試料によって発生する微小磁場を、超伝導体のジョセフソン効果を応用したSQUID素子で検出することができるようになっており、磁性物質の磁化率、磁化曲線、及び超伝導体試料のマイスナー効果の測定等を行うことができる。
- [0007] 上記磁化測定装置1及びヘリウム3冷凍装置20等の、より詳細な構成は先の出願明細書中に詳述しているのでここでの詳細な説明は省略するがその概要は、液体ヘリウム4を収容する液体ヘリウム容器2内に、その上部開口から円筒状の外筒6が吊り下げられており、その下端面には液体ヘリウム容器2内に貯留される液体ヘリウム4中に延びて開口する細管7を備えている。
- [0008] この外筒6は液体ヘリウム容器2の上方外部に延び、その側壁部にポンプ接続用開口19を備えており、ポンプ接続用開口19には従来のMPMSにおいて備えている主ポンプ9が配管10によって接続されている。更にこの装置においては前記配管10に対して図2に示すように補助ポンプ11も接続しており、後述するように、主ポンプ9の作動に加えてこの補助ポンプ11を作動することによって、試料室12内をより低温にすることができるようしている。
- [0009] 外筒6の内側には円筒状の試料室内筒8を備え、その上端部には試料装着開口を形成しており、その直下に測定空間を大気から遮断するためのバルブ、試料ロッドが一部太くなっている部分をキャッチして試料ロッドを上下動させる駆動機構33等が存在する。また試料装着開口に対しては、ボックス16の下端開口17と、密封性良いウイルソンシール等のシール部材18により密封接続できるようになっている。
- [0010] 下方に複数の試料片、ヒータ、温度センサ等の測定用部材21を固定した試料ロッド5は、ヘリウム3冷凍装置20の蓋36を開けることにより、主パイプ23の上端部に形成した試料ロッド装着開口から主パイプ23内に挿入して装着可能となっている。なお

、上記のように試料ロッド5を主パイプ23内に挿入した際には、試料ロッド装着開口24部分に設けたウイルソンシール等のシール部材により密封性良くシールを行うことができるようしている。また、図示実施例においては、主パイプ23の下部外周に断熱真空部材を設け、主パイプ23内部をその外部の試料室12の空間から断熱を行うようしている。

[0011] ヘリウム3冷凍装置20は、主パイプ23の上部側壁に設けた開口と、ボックス16の側壁の開口との間をベローズ28によって接続し、ヘリウム3のガスハンドリングシステム30によって、後述するように主パイプ23内の排気、主パイプ23へのヘリウム3の導入、気化ヘリウム3の排出による減圧を行うことができるようしている。なお、ヘリウム3のガスハンドリングシステム30と開口27との間は配管31により接続し、その途中にバルブ32を設けている。

[0012] また、このようなヘリウム3のガスハンドリングシステム30を設けたものにおいて、主パイプ23をボックス16に対して移動可能とし、それにより、磁化測定装置1の外筒6に固定されるボックス16に対して、移動装置33により主パイプ23を上下動可能とし、試料ロッド5を測定時に上下動させ、外筒6の外周に巻き付けられたピックアップコイルに、試料の磁化に比例した誘導起電力を発生せしめ、SQUIDにて検出する。

[0013] ボックス16の側壁26から内部に対して信号線34を延出しており、主パイプ23に試料ロッド5を装着した際には、試料ロッド5の上端部に設けたコネクタに接続する。それにより、図2に示すような磁化測定装置用制御装置40と信号の授受を可能としている。なお、磁化測定装置1においても、その内部の磁場制御、温度制御のため、磁化測定装置用制御装置40と接続可能となっている。

[0014] 磁化測定装置用制御装置40は図2に示すように、従来から磁化測定装置1の制御用ソフトとして既に存在するMV(Multi-View)ソフト41を用いて作動させることができ、本発明においてはヘリウム3冷凍装置20を用いてヘリウム3の0.3～2Kの温度範囲の磁化測定を行うため、図中i-Helium3として示しているソフト42を更に用いている。

[0015] このi-Helium3のソフト42によって、試料ロッド5上の試料・温度センサー・ヒーターとの入出力を単独で直接行うことができ、また、この磁化測定装置が所定の作動を行う

ことができるよう、予め利用者が測定作動指令としての測定用基本データ入力43を行うようにしている。それにより、測定作動中はi-Helium3のソフトの指令が、現在広く用いられているHSPソフト44を介してMVソフト41を作動させ、MVソフト41のシーケンス制御手段によって、磁化測定装置1内の磁場制御、試料の磁化測定、更には試料磁化測定信号の入力処理等を行うようになっている。

[0016] 上記のような装置において、バルブ32を解放し、ヘリウム3のガスハンドリングシステム30によって主パイプ23内を高真空中に排気しながら、磁化測定装置用制御装置40におけるMPMSの制御ソフトであるMVソフト41の機能により主ポンプ9を作動し、試料空間を1.8Kに冷却する。ここでロータリポンプ等からなる補助ポンプ11を更に稼動させると、試料空間の温度を約1.5Kに下げることができる。

[0017] この状態で、ヘリウム3ガスハンドリングシステム30の作動により、液体窒素トラップを通じてヘリウム3ガス(<sup>3</sup>Heガス)を主パイプ23内に導入すると、ヘリウム3ガスが液化され、主パイプ23の下方に貯留する。所定量の液化ヘリウム3ガスの貯留後、ヘリウム3ガスハンドリングシステム30の作動により閉鎖排気系を用いて主パイプ23内のヘリウム3ガスを排気することにより、試料ロッド5の下端部に取り付けた試料の周囲を0.3Kの低温に維持することが可能となる。その後は、測定者の必要に応じて試料の温度と磁場を制御しつつ、MPMSの測定ソフトの機能によりデータを取得していくことにより、上記装置を利用することができる。

特許文献1:特開2004-087899号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0018] 上記の出願ではヘリウム3冷凍機を構成する材料について示されていないが、冷凍機の主パイプ材料は熱伝導率が小さい必要があり、一般に低熱伝導材料としてこの種の冷凍機に常用されるステンレススチール(以下SUS)を用いた場合には、磁化測定においては望ましくないバックグラウンド(試料以外、この場合は主パイプの材料から来る、試料の磁化とは無関係な信号)を生じていた。

[0019] その結果、印加磁場を10ガウス以上に上げた場合、バックグラウンドが大きくなり過ぎて試料からの信号がほとんど見えなくなってしまい、測定に困難を来たしていた。

[0020] それだけでなく、SUSは非磁性とされているが実際にはやや強磁性的に振舞うため、バックグラウンドが磁場に対してヒステリシスを持つ。即ち、高い磁場まで上げた後に磁場を落としても、バックグラウンドがあまり減らずに、高磁場での値で高止まりしてしまう現象が生じていた。あらかじめ試料なしでバックグラウンドだけを測定していて、試料を入れた場合との差を取ることによりバックグラウンドを差し引こうとしても、バックグラウンドにヒステリシスがあると、この差し引きは極めて実行が困難となる。

[0021] MPMS装置は1, 5, 7Tの超伝導磁石を備えたモデルが存在するが、上記の理由により、ヘリウム3冷凍機を利用する場合には、各モデルの限界まで磁場を上げて測定することは不可能であった。

[0022] したがって本発明は前記の現状を踏まえ、市販の磁化測定装置(MPMS)を利用して、0. 3Kまでの磁化測定を可能とするために先に提案しているヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置において、MPMSが発生することのできる上限磁場まで印加しても磁化測定が可能となり、確実に0. 3K迄の磁化測定ができるようにしたヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0023] 本発明によるヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置は、上記課題を解決するため、試料を固定した試料ロッドと、前記試料ロッドを装着し、該試料ロッドの周囲にヘリウム3により冷却を行う空間を形成する主パイプを備えたヘリウム3冷凍機と、前記ヘリウム3冷凍機を装着する筒体と、該筒体外周にヘリウム4による冷却手段を備え、超伝導磁石、磁場形成手段、温度調整手段、及び磁場調整手段を備えたMPMS磁化測定装置とを備えたヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置において、前記主パイプを上方から順に上部支持管、凝縮管、下部内側管、及び該下部内側管との間に断熱真空室を形成する外側管とから構成し、前記下部内側管をチタンにより成形したものである。

[0024] また、本発明による他のヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置は、前記ヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置において、前記外側管を銅により成形したものである。

[0025] また、本発明による他のヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置は、前記ヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置において、前記凝縮管を銅により成形したものである。

[0026] また、本発明による他のヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置は、前記ヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置において、前記上部支持管をSUSにより成形したものである。  
発明の効果

[0027] 本発明は上記のように構成したので、市販の磁化測定装置(MPMS)を利用して、微少量の試料ないしは磁性の弱い試料を用いた場合にも、確実に0.3Kまでの磁化測定が可能となるという利点がある。

#### 図面の簡単な説明

[0028] [図1]図1は本発明の実施例の断面図である。

[図2]図2は本発明者が先に提案した、本発明を適用するヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置の概要を示す図である。

#### 符号の説明

[0029] 5 試料ロッド

16 ボックス

20 ヘリウム3冷凍装置

21 測定用部材

23 主パイプ

28 ベローズ

41 上部支持管

42 凝縮管

43 断熱真空室

44 外側管

45 下部内側管

#### 発明を実施するための最良の形態

[0030] 本発明は市販の磁化測定装置(MPMS)を利用して、確実に0.3Kまでの磁化測定を実現するため、試料を固定した試料ロッドと、前記試料ロッドを装着し、該試料ロッドの周囲にヘリウム3により冷却を行う空間を形成する主パイプを備えたヘリウム3冷凍機と、前記ヘリウム3冷凍機を装着する筒体と、該筒体外周にヘリウム4による冷

却手段を備え、超伝導磁石、磁場形成手段、温度調整手段、及び磁場調整手段を備えたMPMS磁化測定装置とを備えたヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置において、前記主パイプを上方から順に上部支持管、凝縮管、下部内側管、及び該下部内側管との間に断熱真空室を形成する外側管とから構成し、前記下部内側管をチタンにより成形したものである。

### 実施例 1

[0031] 上記のような本発明者が先に提案した装置において、特に主パイプ23についてこれを大きく4つの部材から構成されている。即ち、測定する試料から最も遠い最上部に位置しその側部にベローズ28が接続する上部支持管41と、この上部支持管41の下部に固定支持され後述するように確実に1.6Kを維持して凝縮作用を行うことができるようとした凝縮管42と、この凝縮管42の下部に固定され、その下方に形成される断熱真空室43の外側壁を形成する外側管44と、前記断熱真空室43の内側壁を形成する下部内側管45とからなっている。また、前記外側管44と下部内側管45の下端は閉じられており、その間に断熱真空室43が形成されている。

[0032] 本発明は上記のような管体の接続構成と、各管体の適切な材料選択によって所望の目的を達するものであり、前記各種の管の内、上部支持管41は測定する試料から最も遠い位置にあり、測定に影響を与えないで、従来の主パイプと同様に安価で丈夫なSUS304で管体を成形している。

[0033] 上部支持管41の下部に固定支持され、主パイプ23の中間部に位置する凝縮管41は銅によってその管体を成形している。このように凝縮管41を銅によって成形することにより、後述する外側管44の底からの熱伝導を直接効率よく受けて、この部分で確実に1.6Kの温度を維持し、その冷却作用によって内部のヘリウム3ガスを液化できるようにしている。

[0034] 断熱真空室43の外壁を形成する外側管44は、磁性が小さく、熱伝導の良い銅を用いている。特にこの発明において外側管44に熱伝導の良い銅を用いる理由は、前記ヘリウム3冷凍機が挿入されるMPMSの試料室12は、下から冷たいヘリウムガスを引き込むことで内部を1.6Kまで冷却できるようになっている。それにより、ヘリウム3の排気による0.3Kへの冷却前に必要な、ヘリウム3ガスを液化するプロセスの際

に、前記のように凝縮管41が、この外側管44の底からの熱伝導によって確実に1.6Kに冷却されるようにしたものである。

[0035] 断熱真空室43の内側壁を形成する下部内側管45は従来用いられていたSUSの代わりにチタンを用いている。このように主パイプ23の主体をなす下部内側管45をチタンによって成形した場合には、測定試料を入れていないときに存在するバックグラウンド信号を、1Tの磁場を印加した際でも $10^{-4}$ emu以下に減らすことができた。それにより、極端に磁性の小さい試料を測定する場合を除いて、このMPMS装置の上限磁場までの測定を確実に行うことができるようになった。

[0036] 主パイプ23について、前記のような下部内側管45以外に上部支持管41もチタンによって成形しても良いが、チタン成形品は高価であり、上部支持管41は上記のように試料から遠く離れているので磁性はやや強いものの、熱伝導が小さくて試料空間への熱流入を抑えることができ、しかも強度が充分得られるSUSを用いることができる。また、下部内側管材料にチタンを用いる場合には、バックグラウンドの磁場に対するヒステリシスは極めて小さくなり、実用上無視できるようになる。したがってバックグラウンドの差し引きが問題なく行なえるようになったので、極めて磁性の小さい試料でも測定できるようになる。

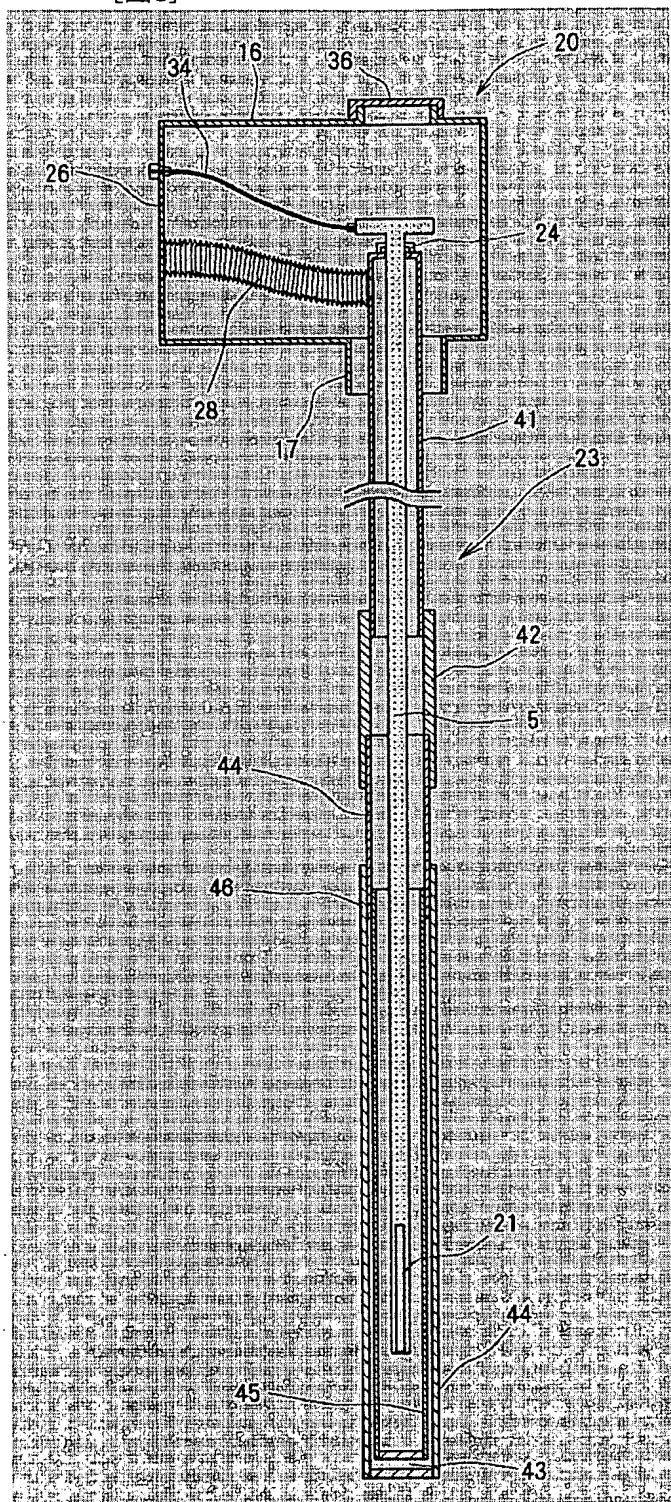
#### 産業上の利用可能性

[0037] 本発明は市販の磁化測定装置(MPMS)を利用して、確実に0.3Kまでの磁化測定が可能となるので、極低温下における磁性の小さな試料について、磁化特性等の物性を高感度で測定する分野に有効に利用することができる。

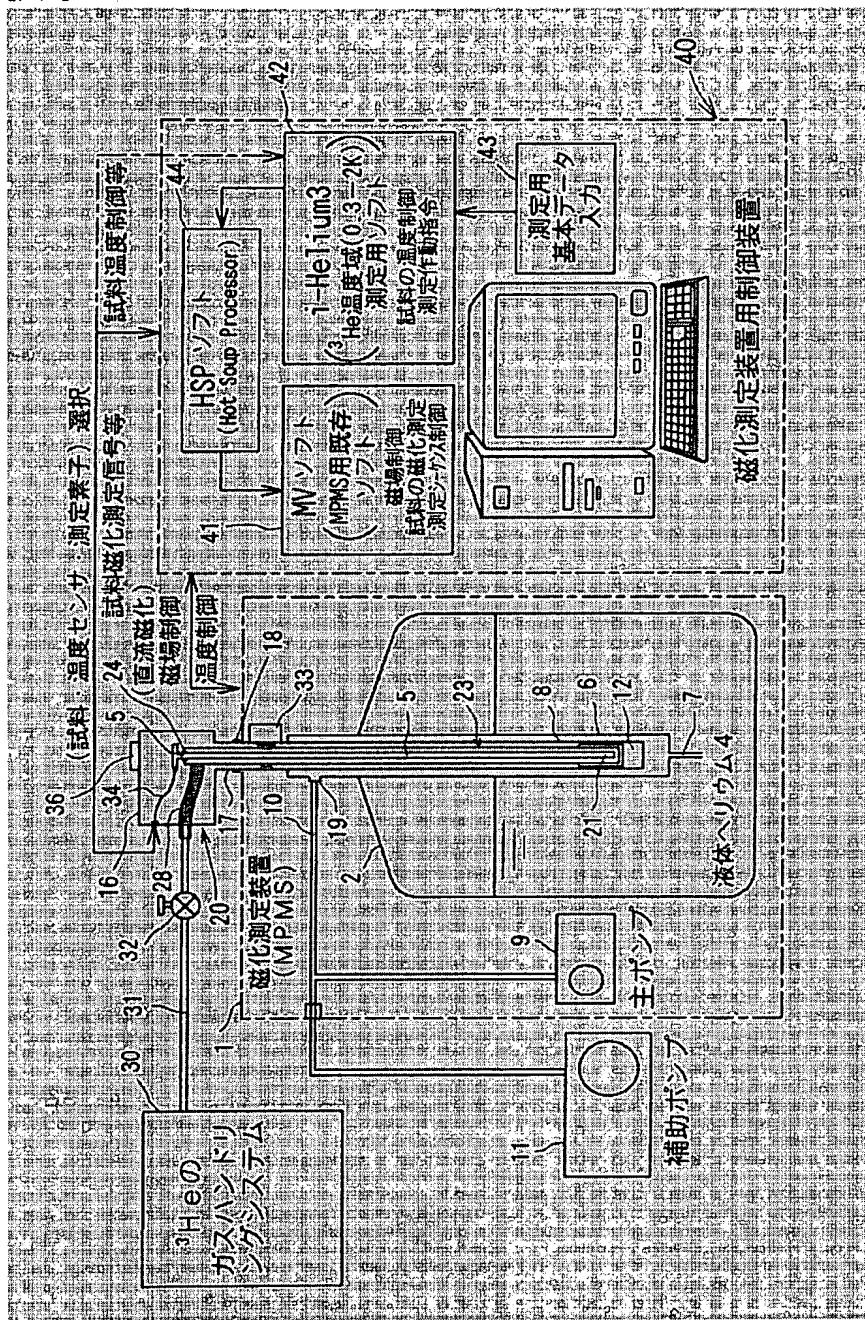
## 請求の範囲

- [1] 試料を固定した試料ロッドと、前記試料ロッドを装着し、該試料ロッドの周囲にヘリウム3により冷却を行う空間を形成する主パイプを備えたヘリウム3冷凍機と、前記ヘリウム3冷凍機を装着する筒体と、該筒体外周にヘリウム4による冷却手段を備え、超伝導磁石、磁場形成手段、温度調整手段、及び磁場調整手段を備えたMPMS磁化測定装置とを備えたヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置において、前記主パイプを上方から順に上部支持管、凝縮管、下部内側管、及び該下部内側管との間に断熱真空室を形成する外側管とから構成し、前記下部内側管をチタンにより成形したことを特徴とするヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置。
- [2] 前記外側管を銅により成形したことを特徴とする請求項1記載のヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置。
- [3] 前記凝縮管を銅により成形したことを特徴とする請求項1または請求項2記載のヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置。
- [4] 前記上部支持管をSUSにより成形したことを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか一つに記載のヘリウム3冷凍機利用磁化測定装置。

[図1]



[图2]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2005/000846

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int .C1<sup>7</sup> H01L39/04, G01R33/035

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int .C1<sup>7</sup> H01L39/04, G01R33/035

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/0122543 A1 (SHIRAKAWA), 03 July, 2003 (03.07.03), Figs. 1 to 3 & JP 2003-156550 A Fig. 1 & JP 2004-87899 A Figs. 1 to 3 & US 6768300 B2	1-4
A	JP 8-321416 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 03 December, 1996 (03.12.96), Claim 6; Par. Nos. [0012], [0019] & JP 3569997 B2	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 26 April, 2005 (26.04.05)	Date of mailing of the international search report 17 May, 2005 (17.05.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Faxsimile No.	Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L39/04, G01R33/035

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L39/04, G01R33/035

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 2003/0122543 A1 (SHIRAKAWA) 2003.07.03 第1-3図 & JP 2003-156550 A (第1図) & JP 2004-87899 A (第1-3図) & US 6768300 B2	1-4
A	JP 8-321416 A (富士電機株式会社) 1996.12.03 請求項6、段落【0012】、【0019】 & JP 3569997 B2	1-4

「C欄の続きにも文献が列挙されている。

「パテントファミリーに関する別紙を参照。」

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑惑を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

26. 04. 2005

## 国際調査報告の発送日

17. 5. 2005

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官 (権限のある職員)

正山 旭

4M 9276

電話番号 03-3581-1101 内線 3462